

VŠB – Technická univerzita Ostrava
Fakulta Strojní
Katedra výrobních strojů a konstruování

Léčebné zařízení pro chlazení oblasti kolenního kloubu

Cooling Device for Therapy of Knee Area

Student:

Lukáš Janíček

Vedoucí práce:

Ing. Zdeněk Noga, CSc.

Ostrava 2016

VŠB - Technická univerzita Ostrava
Fakulta strojní
Katedra výrobních strojů a konstruování

Zadání bakalářské práce

Student: **Lukáš Janíček**
Studijní program: B2341 Strojírenství
Studijní obor: 2302R010 Konstrukce strojů a zařízení
Specializace: 21 Konstrukce výrobních strojů a zařízení
Téma: Léčebné zařízení pro chlazení oblasti kolenního kloubu
Cooling Device for Therapy of Knee Area

Jazyk vypracování: čeština

Zásady pro vypracování:

Pro potřebu uplatnění léčebného chlazení v oblasti kolenního kloubu navrhnete zařízení. Při zpracování návrhu zařízení vycházejte z českého patentového spisu 303 114.

Proveďte :

1. Technickou zprávu s popisem funkce navrženého zařízení a nezbytnými výpočty ve členění – upřesnění zadání, seznam požadavků, funkční struktura, morfologická matice, orgánová a hrubá stavební struktura.
2. 3D model konstrukčního návrhu zařízení.
3. Výrobní výkresovou dokumentaci zařízení..

Rozsah výtahu z rešerše z Bakalářského projektu v textové části práce cca 5str., rozsah výkresové části min. 1A0

Seznam doporučené odborné literatury:

ČSN 01 6910 *Úprava písemností psaných strojem nebo zpracovaných textovými editory*. Praha: Český normalizační institut, srpen 1997. 36 s.

ČSN ISO 690 *Bibliografické citace. Obsah, forma a struktura*. Praha: Český normalizační institut, 1996. 32 s.

HUBKA, V. *Konstrukční nauka*. Zürich: Heurista, 1995, 105s. ISBN 80-90 1135-0-8

Zásady pro vypracování diplomové (bakalářské) práce. FS_SME_05_003 verze: G

LITERÁRNÍ REŠERŽE – zpracovaná v rámci Bakalářského projektu.

Formální náležitosti a rozsah bakalářské práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.

Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Zdeněk Noga, CSc.**

Datum zadání: 11.12.2015

Datum odevzdání: 16.05.2016

doc. Dr. Ing. Ladislav Kovář
vedoucí katedry

doc. Ing. Ivo Hlavatý, Ph.D.
děkan fakulty



Místopřísežné prohlášení studenta

Prohlašuji, že jsem celou bakalářskou práci včetně příloh vypracoval samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a uvedl jsem všechny použité podklady a literaturu.

V Ostravě: 16. 5. 2016

A handwritten signature in blue ink, reading "Janek Zulaš", written over a dotted line.

podpis studenta

Prohlašuji, že

- byl jsem seznámen s tím, že na moji bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. – autorský zákon, zejména §35 – užití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a užití díla školního a §60 – školní dílo.
- beru na vědomí, že Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava (dále jen VŠB-TUO) má právo nevýdělečně ke své vnitřní potřebě bakalářskou práci užít (§35 odst. 3).
- souhlasím s tím, že jeden výtisk bakalářské práce bude uložen v Ústřední knihovně VŠB-TUO k prezenčnímu nahlédnutí a jeden výtisk bude uložen u vedoucího bakalářské práce. Souhlasím s tím, že údaje o bakalářské práci budou zveřejněny v informačním systému VŠB-TUO.
- bylo sjednáno, že s VŠB-TUO, v případě zájmu z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu §12 odst. 4 autorského zákona.
- bylo sjednáno, že užít své dílo – bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem VŠB-TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB-TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše).
- beru na vědomí, že odevzdáním své práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, bez ohledu na výsledek její obhajoby.

V Ostravě: 16. 5. 2016



Podpis studenta

Jméno a příjmení autora práce:

Lukáš Janíček

Adresa trvalého pobytu autora práce:

Lípa 176, Lípa, 763 11

ANOTACE BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

JANÍČEK, LUKÁŠ. *Léčebné zařízení pro chlazení oblasti kolenního kloubu*. Ostrava, 2016. Bakalářská práce. VŠB - Technická univerzita Ostrava, 75s. Vedoucí práce: Ing. Noga Zdeněk, CSc.

Bakalářská práce se zabývá návrhem chladicího zařízení pro léčebné účely v oblasti kolenního kloubu, zejména v pooperačním procesu. Na rešeršní část - State of the Art popisující anatomii kolenního kloubu a dosavadní způsoby chlazení navazuje metodický postup návrhu zařízení - upřesnění zadání, stanovení požadavků, funkční struktura, morfologická matice, hrubá stavební struktura včetně výpočtů a čistá stavební struktura.

ANNOTATION OF BACHELOR THESIS

JANÍČEK, LUKÁŠ. *Cooling Device for Therapy of Knee Area*. Ostrava, 2016. Bachelor thesis. VŠB - Technical University of Ostrava, 75s. Thesis head: Ing. Noga Zdeněk, CSc.

The bachelor thesis describes design of cooling equipment for medical use in the knee joint area, especially in the postoperative process. After the research part - State of the Art describing the anatomy of the knee joint and the current cooling methods follows methodical process of design equipment - specification assignment, determination of requirements, functional structure, morphological matrix, gross building structure including calculations and clean building structure.

Obsah

Seznam použitých značek	9
Úvod:	13
1 Léčba chladem.....	13
1.1 Hypotermie	13
1.2 Lokální kryoterapie	14
2 Reakce lidského těla na chladné prostředí.....	14
3 Rešerše v oblasti chladících zařízení	15
3.1 Zhodnocení rešerše	17
4 Anatomie kolene.....	18
5 Konzultace s ortopedem	20
5.1 Operativní zákroky	22
6 Upřesnění zadání	24
7 Seznam požadavků	25
8 Funkční struktura.....	26
8.1 Blokové schéma technického procesu.....	27
8.2 Funkční struktura.....	Chyba! Záložka není definována.
8.3 Hierarchický funkční strom.....	Chyba! Záložka není definována.
9 Morfologická matice	30
10 Orgánová struktura	31
10.1 Hodnocení orgánů	Chyba! Záložka není definována.
10.2 Hodnocení podle zadaných kritérií.....	Chyba! Záložka není definována.
11 Hrubá stavební struktura.....	33
11.1 Primární chladicí okruh	35
11.1.1 Určení plochy kolene.....	Chyba! Záložka není definována.
11.1.2 Určení akumulovaného tepla člověka	Chyba! Záložka není definována.
11.1.3 Určení komponentů primárního chladicího okruhu.....	Chyba! Záložka není definována.

11.1.4 Výpočet prostupu tepla primárního chladicího okruhu **Chyba! Zázložka není definována.**

11.1.5 Doba potřebná k uvedení primárního chladicího okruhu do provozu:..... **Chyba! Zázložka není definována.**

11.2 Sekundární chladicí okruh45

11.2.1 Volba komponentů sekundárního chladicího okruhu **Chyba! Zázložka není definována.**

11.2.2 Kontrola chladiče..... **Chyba! Zázložka není definována.**

11.2.3 Návrh čerpadla..... **Chyba! Zázložka není definována.**

12 Čistá stavební struktura59

13 Závěr.....64

Poděkování65

Seznam použité literatury66

Seznam obrázků66

Seznam tabulek70

Seznam příloh.....71

Seznam použitých značek

c_p	Měrná tepelná kapacita	$[J \cdot kg^{-1} \cdot K^{-1}]$
c_{pal}	Měrná tepelná kapacita hliníku	$[J \cdot kg^{-1} \cdot K^{-1}]$
c_{pvody}	Měrná tepelná kapacita vody	$[J \cdot kg^{-1} \cdot K^{-1}]$
c_{pk}	Měrná tepelná kapacita kontaktního prvku	$[J \cdot kg^{-1} \cdot K^{-1}]$
d_h	Hydraulický průměr	$[m]$
g	Gravitační zrychlení	$[m \cdot s^{-2}]$
h_{ξ}	Výškový rozdíl čerpadla	$[m]$
h_k	Tloušťka kontaktního prvku	$[m]$
h_{kol}	Výška kolene	$[m]$
h_{te}	Tělesná výška experimentu	$[m]$
k	Součinitel přestupu tepla	$[W \cdot m^2 \cdot K^{-1}]$
l_1	Délka prvního úseku chladiče	$[m]$
l_2	Délka druhého úseku chladiče	$[m]$
l_c	Celková délka potrubí v chladiči	$[m]$
m_{H_2O}	Metr vodního sloupce	$[m]$
m_{al}	Hmotnost rozváděcího prvku	$[kg]$
m_k	Hmotnost kontaktního prvku	$[kg]$
m_{te}	Hmotnost těla experimentu	$[kg]$
m_{vody}	Hmotnost vody	$[kg]$
\dot{m}	Hmotnostní průtok vody	$[kg \cdot s^{-1}]$

\dot{m}_{ξ}	Hmotnostní průtok čerpadla	$[kg \cdot s^{-1}]$
Nu	Nusseltovo číslo	$[-]$
o_k	Obvod kolene	$[m]$
P_{ch}	Chladivý výkon peltierova článku	$[W]$
P_{ξ}	Výkon člověka	$[W]$
P_p	Výkon odebíraný peltierovým článkem	$[W]$
P_{pel}	Výkon peltierova článku	$[W]$
P_k	Výkon kolene	$[W]$
Pr	Prandtlovo číslo	$[-]$
p_s	Tlak čerpadla při spouštění	$[Pa]$
p_z	Tlaková ztráta	$[Pa]$
p_{zchs}	Tlaková ztráta chladicí soustavy	$[Pa]$
p_{zmch}	Místní ztráta v chladiči	$[Pa]$
p_{zms}	Místní ztráta chladicí soustavy	$[Pa]$
p_{ztch}	Třecí ztráta v chladiči	$[Pa]$
p_{zts}	Třecí ztráta chladicí soustavy	$[Pa]$
Q_{al}	Akumulované teplo rozváděcího prvku	$[J]$
Q_c	Celkové akumulované teplo	$[J]$
Q_k	Akumulované teplo kontaktního prvku	$[J]$
q_{al}	Tepelný tok rozváděcího prvku	$[W \cdot m^{-2}]$
q_{ξ}	Tepelný tok člověka	$[w \cdot m^{-2}]$
q_k	Tepelný tok kontaktního prvku	$[W \cdot m^{-2}]$

Re	Reynoldsovo číslo	$[-]$
S_{al}	Plocha rozváděcího prvku	$[m^2]$
S_{ch}	Plocha chladiče	$[m^2]$
S_{ξ}	Tělesná plocha člověka	$[m^2]$
S_k	Plocha kontaktního prvku	$[m^2]$
S_{ke}	Plocha kolene experimentu	$[m^2]$
S_{kol}	Plocha kolene	$[m^2]$
S_p	Průtočná plocha	$[m^2]$
S_T	Teplosměnná plocha chladiče	$[m^2]$
S_{te}	Plocha těla experimentu	$[m^2]$
t_1	Teplota kontaktního prvku s tkání	$[^{\circ}C]$
t_{1max}	Maximální teplota vody vstupující do chladiče	$[^{\circ}C]$
t_2	Teplota mezi kontaktním a rozváděcím prvkem	$[^{\circ}C]$
t_3	Teplota chladné strany peltierova článku	$[^{\circ}C]$
t_p	Teplota prostředí	$[^{\circ}C]$
t_{tp}	Teplota teplé strany peltierova článku	$[^{\circ}C]$
V_{ch}	Objem chladiče	$[m^{-3}]$
V_{vody}	Objem vody	$[l]$
v_1	Rychlost vody v první hadici	$[m \cdot s^{-1}]$
v_{ch}	Rychlost vody v chladiči	$[m \cdot s^{-1}]$
α	Součinitel přestupu tepla	$[W \cdot m^{-2} \cdot K^{-1}]$
ΔT_p	Rozdíl teplot peltierova článku	$[^{\circ}C]$

Δt	Teplotní rozdíl mezi vstupem a výstupem z chladiče	[°C]
$\Delta \bar{t}$	Střední logaritmický teplotní rozdíl	[°C]
Δt_{al}	Rozdíl teploty prostředí a střední teploty rozváděcího prvku	[°C]
Δt_k	Rozdíl teploty prostředí a střední teploty kontaktního prvku	[°C]
$\Delta t_{st_{al}}$	Střední teplota rozváděcího prvku	[°C]
Δt_{st_k}	Střední teplota kontaktního prvku	[°C]
ζ	Součinitel místního odporu	[–]
λ	Součinitel tepelné vodivosti	[W · m ⁻¹ · K ⁻¹]
λ_{al}	Součinitel tepelné vodivosti hliníku	[W · m ⁻¹ · K ⁻¹]
λ_k	Součinitel tepelné vodivosti kontaktního prvku	[W · m ⁻¹ · K ⁻¹]
λ_{vody}	Součinitel tepelné vodivosti vody	[W · m ⁻¹ · K ⁻¹]
λ_T	Součinitel tření	[–]
λ_{Tch}	Součinitel tření v chladiči	[–]
ν_{vody}	Kinematická viskozita vody	[m ² · s ⁻¹]
ρ	Hustota	[kg · m ⁻³]
ρ_{al}	Hustota hliníku	[kg · m ⁻³]
ρ_k	Hustota kontaktního prvku	[kg · m ⁻³]
τ	Vychlazovací čas zařízení	[s]
τ_k	Vychlazovací čas zařízení ustaveného na koleni	[s]
τ_p	Pracovní doba zařízení	[s]
Φ_{max}	Maximální tepelný výkon	[W]
Φ_p	tepelný výkon peltierova článku	[W]

Úvod:

Cílem bakalářské práce je návrh konstrukce zařízení pro chlazení oblasti kolene v pooperačním procesu. Chladicí zařízení je opatřeno peltierovými články, které tvoří chladivý efekt. Peltierův článek funguje na základě Peltierova jevu, který objevil v roce 1834 Jean C. Peltier. [1]

Zařízení najde uplatnění především v nemocnicích jako efektivnější a rychlejší způsob snížení velikosti otoků, rychlejší hojení, a tím i zkrácení doby potřebné k hospitalizaci pacienta po provedení zákroku. Zařízení však bude vhodné i pro domácí použití při pádech, úrazech nebo bolestech.

1 Léčba chladem

Při léčbě chladem se do těla nevplavuje chlad, ale z těla se naopak odebírá teplo. Tento způsob léčby je známý již z lidového léčitelství jako např. přikládání studených zábalů pro snížení horečky. Léčebné působení chladem je dále používáno zejména při zraněních, jako je podvrtnutí, pohmoždění, zlomeniny, natažení nebo natržení svalu.

Působením chladu se docílí snížení bolestivosti, neboť se chladem snižuje vodivá schopnost nervů v postižené oblasti. Zároveň se zúží krevní cévy a tím i přítok krve do postižené oblasti. [2]

1.1 Hypotermie

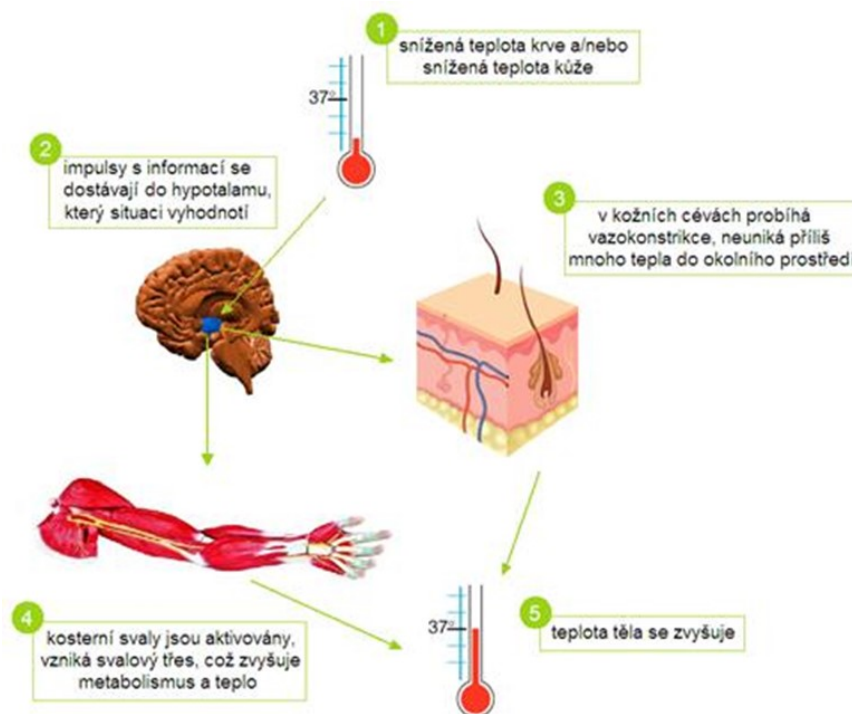
Terapeutická hypotermie je jinými slovy léčebné ochlazení pacienta, a je používáno zejména u pacientů po srdeční zástavě. Je to v podstatě podchlazení organismu pod úroveň potřebnou pro běžný metabolismus a jeho fungování. U člověka se za normálních podmínek teplota udržuje na stabilní úrovni. Hypotermie nastává, pokud vnitřní mechanismy těla nedokáží kompenzovat ochlazování vnějším prostředím. [3]

1.2 Lokální kryoterapie

Je to léčba pomocí místní aplikace chladu, která spočívá v okrskovém chlazení kůže za extrémně nízkých teplot (až -30°C). Výhodou lokální kryoterapie je její přesné zaměření na postiženou tkáň a možnost přesného dávkování chladu s ohledem na diagnózu. Lokální kryoterapie se aplikuje pomocí sprejů, speciálních gelů, prouděním studeného vzduchu, aplikací chladicích polštářků s ledem (kryosáčky) atd. Lokální kryoterapie slouží k redukci akutního zánětu a zároveň jako prevence otoků a bolesti. [4]

2 Reakce lidského těla na chladné prostředí

Na chladné prostředí reaguje lidské tělo snížením teploty pokožky. A to nejdříve snížením cirkulace krve, tzv. vazokonstrikce, která snižuje tepelné ztráty těla člověka. Tento proces bývá provázen vznikem „husí kůže“ nebo tzv. atavistickým jevem-postavení chloupků na kůži, což způsobuje lepší tepelnou izolaci kůže. Další reakcí těla je termogeneze neboli svalové napětí a třesení, které zvyšuje tepelnou produkci těla. Vnitřní teplota těla zůstává okolo 37°C , tělesné končetiny, prsty, ušní lalůčky mohou mít nedostatek krve a jejich teplota může poklesnout až pod 20°C . [5]



Obrázek 1: Reakce lidského těla na chladné prostředí [6]

3 Rešerše v oblasti chladících zařízení

- **Ledové obklady**

Jsou nejběžnější a nejjednodušší způsob chlazení. Sáček s ledem se přiloží na postižené místo a nechá se působit, dokud nezteplá. Používá se v nemocničním prostředí, ale také jako nejrychlejší pomocník při drobných domácích poraněních. Jako náhražka ledu lze také použít zmražená zelenina.



Obrázek 2: Ledový obklad [7]

- **Chladicí bandáže**

Používají se zejména po zranění jako uklidňující rehabilitační prostředek, jsou pohodlnější než obyčejné ledové obklady. Sáček s ledem je přichycen v bandáži, která fixuje jeho polohu.



Obrázek 3: Chladicí bandáž [8]

- **Gelové obklady**

Tyto sáčky mají dvojí použití, mohou se zchladit v lednici pro chlazení, nebo se nahřejí v mikrovlnné troubě a používají se jako hřejivý obklad.



Obrázek 4: Gelový obklad [9]

- **Matrace pro vodní systémy**

Používají se zejména pro chlazení celého těla. Matrace jsou napuštěny kapalinou, jejich nevýhodou je postupné zahřívání kapaliny v matracích.



Obrázek 5: Matrace pro vodní systémy [10]

- **Artic sun**

Artic Sun ® Therapeutic Temperature Management System je pokročilý intuitivně ovládaný systém určený k terapeutickému řízení a monitorování teploty pacienta při terapeutické hypotermii. Skládá se z přilnavých gelových padů a přístrojové konzole. Gelové pady jsou složeny z 3 vrstev, ve kterých proudí tekutina. Řízení teploty pacienta probíhá přes jeho kůži. [11]



Obrázek 6: Chladicí systém Artic Sun ® [12]

3.1 Zhodnocení řešení

Lidská tkáň se dnes chladí kontrolovaně i nekontrolovaně. V případě kontrolovaného chlazení jsou přístroje neprakticky velké, těžké a drahé. Pro účel této bakalářské práce je nejčastěji používáno chlazení lidského kolene ledovými obklady, chladícími bandážemi apod. Přístroj, který by sám udržoval teplotu a přitom vyhověl požadavkům, se hledá opravdu složitě. Snahou této práce je navrhnout konstrukci zařízení podle patentového spisu č. 303114, které k vytvoření chladivého efektu využívá peltierův článek. Tím se zařízení stane mnohem praktičtější, než ostatní způsoby chlazení používané doposud.

4 Anatomie kolene

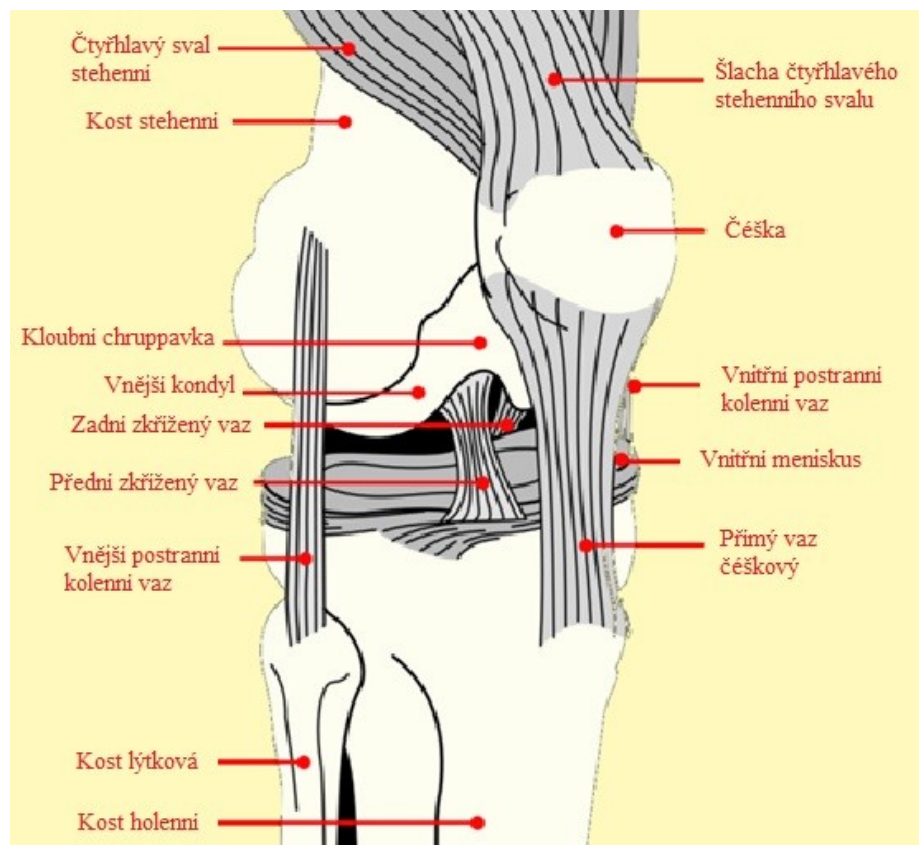
Kolenní kloub tvoří:

- Dolní část kosti stehenní (femur)
- Horní část kosti holenní (tibia)
- Česka (patela)
- Kloubní výstelka (synovie), která produkuje tekutinu snižující tření kloubních ploch a podílí se na výživě chrupavky.

Vnitřní části kolene:

- Kloubní chrupavka, která kryje kloubní povrchy
- Meniskus – pomáhá rozložit zatížení v kloubu, zvyšuje stabilitu a chrání kloubní chrupavku
- Statické a dynamické stabilizátory – zajišťují stabilitu kolenního kloubu
 - Statické stabilizátory – tvořeny kloubním pouzdem, postranními vazy, zkříženými vazy a menisky
 - Dynamické stabilizátory – tvořeny kloubními svaly (zejména čtyřhlavý sval, hamstringy)

Bezchybné fungování a koordinace všech uvedených částí je výsledkem správného fungování kolene. Vlivem zatížení a častých zranění měkkých struktur kolenního kloubu vzniká degenerativní postižení. [13]



Obrázek 7: Anatomie kolene [14]

5 Konzultace s ortopedem

Je předpoklad, že navrhované zařízení bude využíváno ve zdravotnictví. Z tohoto důvodu byla nutná konzultace s lékařem, kterou poskytl ortoped MUDr. Pavel Konečný ve své ambulanci ve Zlíně. Při setkání byl popsán princip zařízení a jeho význam. Lékařem byla vysvětlena problematika po odborné stránce a byly zodpovězeny připravené dotazy. Shrnutí dotazů je vypsáno v jednotlivých bodech. [15]

Následující text je předmětem průmyslové ochrany a je obsažen v technické zprávě. Technická zpráva bude poskytnuta při obhajobě bakalářské práce. Technická zpráva je uložena u vedoucího bakalářské práce a bude zpřístupněna po předložení žádosti.

5.1 Operativní zákroky

Chladicí zařízení bude výhradně používáno pro zmírnění otoků a bolestí po rozsáhlejších operacích kolene. Zejména pro artroskopii, náhradu předního křížového vazů a totální endoprotézu kolenního kloubu. [16]

Artroskopie

Je to metoda umožňující přesnou diagnostiku poranění nebo onemocnění kloubů. Provádí se uvnitř kloubu bez jeho otevření s využitím přenosu obrazu z kamery. K vyšetření se používá endoskopický přístroj zvaný artroskop, tenká kovová trubička o průměru několika milimetrů která je na konci opatřena kamerou se světlem. Dále se používají speciální operační nástroje přizpůsobené k práci v malém kloubním prostoru. Ty se do kloubu zavádějí dalšími pomocnými řezy. Po artroskopii je pacient pozorován a dle složitosti zákroku propuštěn druhý den. Poté pacient nosí ortézu 4-6 týdnů. [17]



Obrázek 8: Artroskopie [18]

Plastika předního zkříženého vazu (ACL)

Poranění předního zkříženého vazu je v dnešní době častým sportovním úrazem vznikajícím nejčastěji při kontaktních sportech. Při poranění má pacient pocit „vyskočení kolene“. Po poranění následuje bolest a omezení pohybu, po několika hodinách koleno oteče a chůze bývá bolavá. Při operaci se odebírá štěp z česky nebo svalů, kterým se nahradí poraněný vaz. Po operaci jsou bolesti výrazné, a proto se tlumí chlazením. Během 2 až 3 dnů se pacient většinou dokáže zvednout a nohu volně ohnout. Následné zotavování probíhá 5 až 6 měsíců po operaci. [19]



Obrázek 9: Přední křížový vaz [20]

Endoprotéza kolenního kloubu

Je totální náhradou kolenního kloubu speciálními komponenty (protézy) prováděná v lokální, nebo celkové anestézii. Dnes se již často využívají počítačem navigované systémy pro přesnější ustavení kloubu. [16]



Obrázek 10: Endoprotéza kolenního kloubu [21][22]

6 Upřesnění zadání

Následující text je předmětem průmyslové ochrany a je obsažen v technické zprávě. Technická zpráva bude poskytnuta při obhajobě bakalářské práce. Technická zpráva je uložena u vedoucího bakalářské práce a bude zpřístupněna po předložení žádosti.

7 Seznam požadavků

Následující text je předmětem průmyslové ochrany a je obsažen v technické zprávě. Technická zpráva bude poskytnuta při obhajobě bakalářské práce. Technická zpráva je uložena u vedoucího bakalářské práce a bude zpřístupněna po předložení žádosti.

8 Funkční struktura

Následující text je předmětem průmyslové ochrany a je obsažen v technické zprávě. Technická zpráva bude poskytnuta při obhajobě bakalářské práce. Technická zpráva je uložena u vedoucího bakalářské práce a bude zpřístupněna po předložení žádosti.

8.1 Blokové schéma technického procesu

Následující text je předmětem průmyslové ochrany a je obsažen v technické zprávě. Technická zpráva bude poskytnuta při obhajobě bakalářské práce. Technická zpráva je uložena u vedoucího bakalářské práce a bude zpřístupněna po předložení žádosti.

9 Morfologická matice

Následující text je předmětem průmyslové ochrany a je obsažen v technické zprávě. Technická zpráva bude poskytnuta při obhajobě bakalářské práce. Technická zpráva je uložena u vedoucího bakalářské práce a bude zpřístupněna po předložení žádosti.

10 Orgánová struktura

Následující text je předmětem průmyslové ochrany a je obsažen v technické zprávě. Technická zpráva bude poskytnuta při obhajobě bakalářské práce. Technická zpráva je uložena u vedoucího bakalářské práce a bude zpřístupněna po předložení žádosti.

11 Hrubá stavební struktura

Následující text je předmětem průmyslové ochrany a je obsažen v technické zprávě. Technická zpráva bude poskytnuta při obhajobě bakalářské práce. Technická zpráva je uložena u vedoucího bakalářské práce a bude zpřístupněna po předložení žádosti.

11.1 Primární chladicí okruh

Následující text je předmětem průmyslové ochrany a je obsažen v technické zprávě. Technická zpráva bude poskytnuta při obhajobě bakalářské práce. Technická zpráva je uložena u vedoucího bakalářské práce a bude zpřístupněna po předložení žádosti. (2)

11.2 Sekundární chladicí okruh

12 Čistá stavební struktura

Následující text je předmětem průmyslové ochrany a je obsažen v technické zprávě. Technická zpráva bude poskytnuta při obhajobě bakalářské práce. Technická zpráva je uložena u vedoucího bakalářské práce a bude zpřístupněna po předložení žádosti.

13 Závěr

Bakalářská práce se zabývá návrhem chladicího zařízení pro léčebné účely v oblasti kolenního kloubu. Po seznámení se s četností a způsoby operativních zákroků v oblasti kolenního kloubu - konzultace s ortopedem - a dosavadními způsoby chlazení (zejména ledování) byly upřesněny požadavky na návrh chladicího zařízení s využitím peltierova článku pro vytvoření chladicího efektu a stanovená kritéria pro výběr konceptu zařízení. Po zpracování funkční struktury a morfologické matice byl vybrán koncept zařízení. Koncept byl rozpracován do hrubé stavební struktury, na jejímž základě byl zpracován 3D model zařízení a výkresová dokumentace. Výkresová dokumentace je zpracována v přílohách. K jejímu zpracování byl použit software autodesk inventor.

Poděkování

Mé poděkování patří Ing. Zdeňku Nogovi, CSc. za cenné rady, trpělivost a ochotu při vedení mé bakalářské práce.

Seznam použité literatury

Následující text je předmětem průmyslové ochrany a je obsažen v technické zprávě. Technická zpráva bude poskytnuta při obhajobě bakalářské práce. Technická zpráva je uložena u vedoucího bakalářské práce a bude zpřístupněna po předložení žádosti.

Seznam obrázků

Následující text je předmětem průmyslové ochrany a je obsažen v technické zprávě. Technická zpráva bude poskytnuta při obhajobě bakalářské práce. Technická zpráva je uložena u vedoucího bakalářské práce a bude zpřístupněna po předložení žádosti.

Seznam tabulek

Následující text je předmětem průmyslové ochrany a je obsažen v technické zprávě. Technická zpráva bude poskytnuta při obhajobě bakalářské práce. Technická zpráva je uložena u vedoucího bakalářské práce a bude zpřístupněna po předložení žádosti.

Seznam příloh

Název přílohy:

počet listů – formát listu

PŘÍLOHA A: Prvky bandáže

2 – A4

Výkresová dokumentace:

<i>Název:</i>	<i>Číslo výkresu</i>	<i>Formát listu</i>
Chladicí zařízení	JAN0456_BP_00.00	A1
Nosná bandáž	JAN0456_BP_00.01	A2
Sekundární chladicí okruh	JAN0456_BP_00.02	A3
Výstelka	JAN0456_BP_00.03	A4
Bandáž	JAN0456_BP_00.01.01	A3
Chladič	JAN0456_BP_00.02.01	A4
Rozváděcí prvek	JAN0456_BP_00.00.01	A4
Kontaktní prvek	JAN0456_BP_00.00.02	A4
Kroužek	JAN0456_BP_00.01.02	A4
Rámeček	JAN0456_BP_00.01.03	A4
Těsnění	JAN0456_BP_00.02.02	A4
Víko	JAN0456_BP_00.02.03	A4
Vložka	JAN0456_BP_00.03.01	A4

Obsah příloh a výkresové dokumentace je předmětem řízení o ochraně průmyslového vlastnictví a je obsažen v technické zprávě. Technická zpráva bude poskytnuta při obhajobě bakalářské práce. Technická zpráva je uložena u vedoucího bakalářské práce a bude zpřístupněna po předložení žádosti.